

TALAJ NÉLKÜLI NÖVÉNYTERMESZTÉSI KÍSÉRLETEK

Írta: EPERJESSY GYÖRGY

A növények abiotikus életfeltételei közül a talajtani tényezők rendkívül bonyolult és állandóan változó rendszert képeznek, éppen ezért, ha ezeket a tényezőket sikerül egyszerűsíteni, állandósítani, eredményesebb és biztosabb lesz a növénytermesztés. Ezt a célt igyekeznek megvalósítani az a néhány évtizedes törekvés, amelyet talaj nélküli növénytermesztésnek nevezünk. Ebben a talajt ismert összetételű tápláló oldat helyettesíti, melyből a növény testének felépítésére szolgáló ásványi anyagokat könnyen felveheti. A talaj nélküli növénytermesztésnek ma többféle módszerét alkalmazzák, melyek 2 csoportra oszthatók: 1. a növény gyökerei a tápláló oldatban foglalnak helyet és a növény szárának megerősítéséről rudak, drótkarikák gondoskodnak, 2. a növény gyökerei semleges, vízben oldhatatlan, mesterséges talajban találnak támasztékot és a mesterséges talajt itatják át tápláló oldattal (hidroponik). Az első módszernek kétségtelen hátránya az, hogy a gyökerek természetellenes állapotban, állandóan tápláló oldatban vannak és levegőnek a tápláló oldatba való állandó bevezetésével kell biztosítani a gyökerek lélegzéséhez szükséges levegőt. Ez a módszer W. GERICKE (1), kaliforniai egyetemi professzor kísérletei alapján, főként Amerikában terjedt el és azt kereskedelmi kertészetek is igen gazdaságosan alkalmazzák. A másik eljárásban a talajt csíramentes, teljesen indifferens anorganikus anyag (horzsakő, salak, kvarchomok, cseréptörmelék, stb.) helyettesíti és tiszta cserepekbe töltött mesterséges talajt itatják át a tápláló oldattal (chemokultúra). Ennek a módszernek egyik válfaja a svájci R. VATTER (2) professzor által bevezetett eljárás; ebben organikus anyagot (tőzegmoha, fagyapot, tőzeg, szalma, fűrészpor) használnak mesterséges talajnak és azt öntözik tápláló oldattal. Európában az anorganikus mesterséges talaj használata elterjedtebb, főként Németországban, ahol a módszerek kidolgozására külön kutatóállomást rendeztek be (3) és a gyakorlati termesztőknek külön folyóiratuk (4) van. Az utóbbi két eljárásban a növények gyökerei sokkal természetesebb állapotban vannak, gyökérükkel a mesterséges talajban jól megkapaszkodhatnak, és ellentétben a vízkultúrákkal, lélegzésükhöz szükséges levegőt is megtalálják.

Hazánkban virágkertészetekben és primőrök termesztésében is nagy jelentősége lenne a talaj nélküli termesztésnek, melynek legnagyobb előnye az, hogy segítségével rövidebb idő alatt, kis területen, nagyobb termést érhetünk el. Ennek ellenére nálunk kevesen foglalkoztak ezen mód-

szerek kipróbálásával és hazai viszonyokra való alkalmazásával. Kísérleteim azt célozták, hogy megállapítsam, hogy hazai viszonyok mellett milyen eredményt érhetünk el. A módszerek közül, az Európában legjobban elterjedt, mesterséges talajos kísérletezési módszert választottam. Mesterséges talajnak, a németországi kísérletekben jól bevált és olcsó, kőszénalakot választottam. Aprítás után a kőszénalakot 2 mm-es lyukbőrszítán átszitáltam és a porrészek eltávolítása után 3 napig 10 %-os kénsavval kezeltem, majd folyó vízzel, a savanyú kémhatás eitüntéig, mostam a salakot. Kihevítés (sterilizés) után használatlan cserepekbe töltöttem a salakot és ebbe ültettem a kísérleti növényeket. A növények elültetése után a salak felületére 2 cm vastag rétegben apróra tört (2—5 mm) horzsakövet szórtam. A cserepeket belső részén aszfalttal, kívülről, a túlzott felmelegedés megakadályozására, fehérre mázolt bádogedénybe helyeztem olymódon, hogy a cserepek 4—5 cm-re süllyedjenek a tápláló oldatba. A salak porozitása biztosítja, hogy a tápláló oldat a mesterséges talaj egész mennyiségét átnedvesítse, ezenkívül a levegőnek gyökerekhez való hozzájutását is biztosítja.

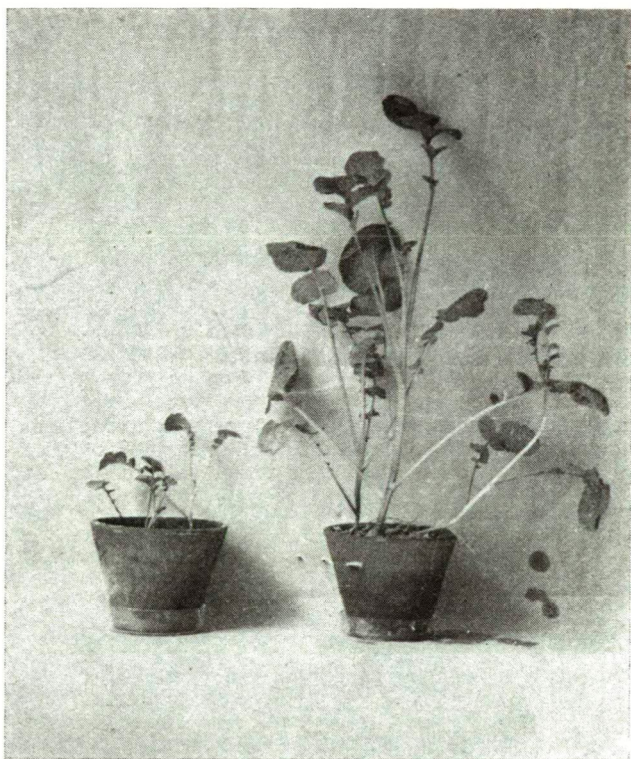
Kísérleteimben az ún. »univerzális tápláló oldat«-ot használtam, mely H. LAU (5) szerint legtöbb növény táplálására alkalmasnak mutatkozik és tekintetbe veszi a növények nyomelem szükségletét is. 1931 óta ezen tápláló oldat használata Európában általánosan elterjedt. A tápláló oldat a következőképpen készül:

1 liter desztillált vízben oldva
 0,500 g káliumnitrát, KNO_3
 0,150 g kalciumnitrát, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
 0,100 g káliumdihidrofoszfát, KH_2PO_4
 0,150 g magnéziumsulfát, MgSO_4 (0,307 g)
 0,015 g vas(2)sulfát, FeSO_4 (0,027 g)
 0,002 g bórsav, H_3BO_3
 0,002 g mangán(2)klorid, MnCl_2 (0,003 g)
 0,001 g réz(2)sulfát, CuSO_4 (0,0015 g)
 0,001 g cinkszulfát, ZnSO_4 (0,0017 g)
 összesen: 0,921 g 1 liter vízben

(a zárójelben lévő értékek a kristályvíz tartalmú sókból lemerített mennyiséget jelentik). A tápláló oldat pH-jának az egész tenyésztési idő alatt 6,5 érték körül kell lenni. Ha a tápláló oldat pH-értéke 7 fölé emelkedik, az ionoknak egymásra hatásából, vízben teljesen oldhatatlan, a növények számára felvehetetlen Ca -, illetve Mg -foszfát keletkezik. A tápláló oldatot kezdetben desztillált, később vízvezetéki vízzel készítettem. 10 liter vízvezetéki vízhez először 56 ml n H_2SO_4 -at adtam. Ezzel a víz pH-értékét 6,5-re állítottam be és ezután oldottam fel benne a tápláló sókat. A vízben lévő Ca -sók emelik a tápláló oldat Ca -ion tartalmát, azért a $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ helyett felerészben $\text{H}_4\text{N} \cdot \text{NO}_3$ -tot vettem. A H -ion koncentráció meghatározását mindenkor elektromos úton végeztem.

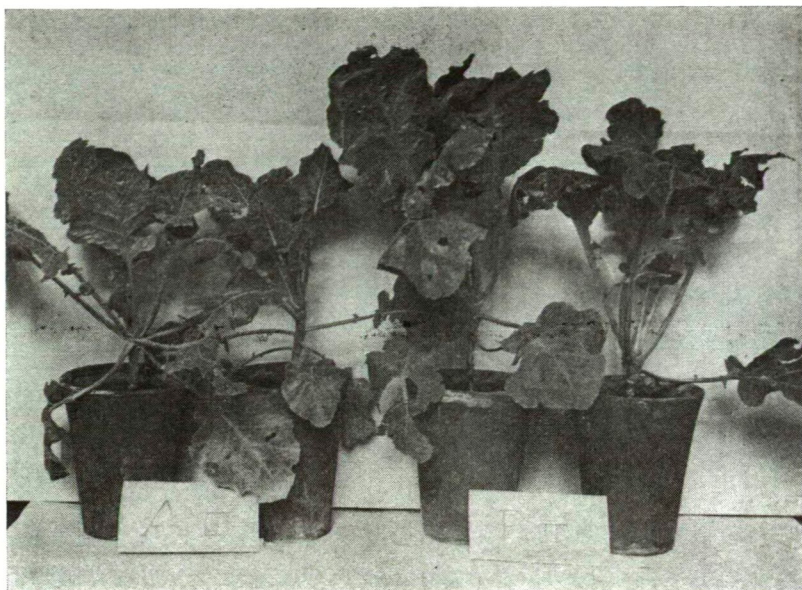
A kísérleteket egyforma fejlődésű növényekkel, kétszeres ismétléssel állítottam. Első kísérletet 1957. III. 29-én állítottam be. Kísérleti növények a következők voltak: földieper (*Fragaria grandiflora*), saláta (*Lactuca sativa*), aszparagusz (*Asparagus Sprengeri*) és ciperusz (*Cyperus*

alternifolius). A kontroll növényeket hasonló méretű és jó kerti talajjal töltött cserepekben ültettem és azoknak állandó nedvesen tartásáról gondoskodtam. IV. 6-án a kísérleti növényeket paprikával (*Capsicum annuum*) és hónapos retekkel (*Raphanus sativus*) egészítettem ki. VI. 3-án még 2—2 szegfűnővényt (*Dianthus caryophyllus*) is bevontam a sorozatba. VI. 22-én a kontrollhoz hasonló fejlődésű újabb ciperusz növényt helyeztem el a tápláló oldatban.



1. kép. Retek növények fejlődése univerzális tápláló-oldatban (jobb oldalon). Bal oldalon hasonló korú, talajban nevelt növények.

Megfigyeléseimet a következőkben foglalhatom össze: a növényfajták fejlődésében igen nagy különbségek mutatkoztak. A földieper fejlődése jobb a tápláló oldatban, mint a talajban. Virágzása 1 héttel hamarabb következik be. Ezután visszaesés mutatkozik és csaknem egy időben, minden valószínűség szerint, a túl magas hőmérséklet miatt, a növények elpusztulnak. A saláta növények fejlődésében is a tápláló oldatban nevelt növények erőteljesebbnek mutatkoztak, csakhamar felmagzottak (öregedés) és így nem szolgáltatott összehasonlítási alapot. A retek növények tápláló oldatban való növekedése igen szembetűnően gyorsabb, mint a talajban nevelt kontroll növényeké. VI. 29-én 2 retek növény virágzik a tápláló oldatban. Az 1. sz. kép jól mutatja a kontroll és a tápláló oldat-

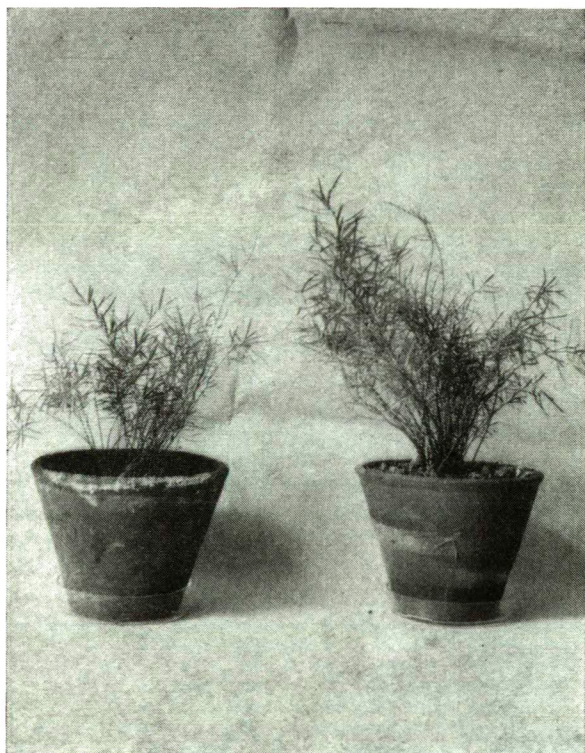


1. kép. Kalarábé növények fejlődése 2-szeres alaptrágyázás esetén. A baloldali növények levelei mosás nélkül, a jobb oldaliak levelei 6—7 naponként desztillált vízzel való mosással.



2. kép. Kalarábé növények fejlődése 5-szöri alaptrágyázás esetén. A baloldali növények levelei mosás nélkül, a jobboldaliak desztillált vízzel való mosással.

ban nevelt növények fejlődése közötti különbséget. A talajban nevelt növények átlagos zöld szár- és levélsúlya 3,5 g volt, ugyanakkor a tápláló oldatban lévő növények átlagosan 20,2 g súlyúak. A túl korai virágzást a gyorsabb fejlődésnek és a kísérlet ideje alatt uralkodó magasabb hőmérsékletnek (a retek hőoptimuma = 13 °C), mely júliusban 35°-ra emelkedett és a közvetlen verőfénynek tulajdonítom (szellőztetés hiánya). A szegfű és a paprika egyáltalán nem mutatkozott az univerzális tápláló oldatban való felnevelésre való növénynek: már kezdettől fogva talajban



2. kép. Asparagus növények fejlődésbeli különbsége 68 nap után: bal oldalon talajban, jobb oldalon tápláló-oldatban.

jobban fejlődtek a növények és kb. 2 hónap után a tápláló oldatban nevelt növények elpusztultak.

Aránylag jól fejlődtek az aszparagusz tövek a tápláló oldatban: már VI. 12-én jelentős különbség mutatkozott a vízkultúrárs és talajos növények között (l. a 2. képet), amely a kísérlet befejezéséig XI. 4-ig még jobban emelkedett, mikor a talajban nevelt növény zöld szár és levél-része 5,8 g-ot, a tápláló oldatban tartott növény 13,2 g-ot, vagyis több mint kétszeresét tette ki a talajos növény zöldsúlyának.

A ciperusz mutatott tápláló oldatos nevelésben legjobb eredményt. XI. 4-én a két talajos kontroll növény zöld szár- és levélsúlya középér-

tékben 18,5 g volt, ugyanakkor a tápláló oldatban nevelt növények átlagos súlyát 336 g-nak találtam (3. kép). A gyökerek súlyát nem tudtam mérni, mert a gyökerek közül a salakrészeket nem lehetett kimosni. A tápláló oldatban nevelt ciperusz 18-szorosát teszi ki a talajos kontroll növény átlagos súlyának. VI. 22-én a kísérlet sorozatba beállított ciperusz növények fejlődése hasonlóan igen jó volt: ezek átlagos zöld szár- és levélsúlya 255,5 g volt, amely érték 13,8-szorosan nagyobb értékű a kontroll növények súlyánál, pedig ezek a növények csak 135 napig voltak

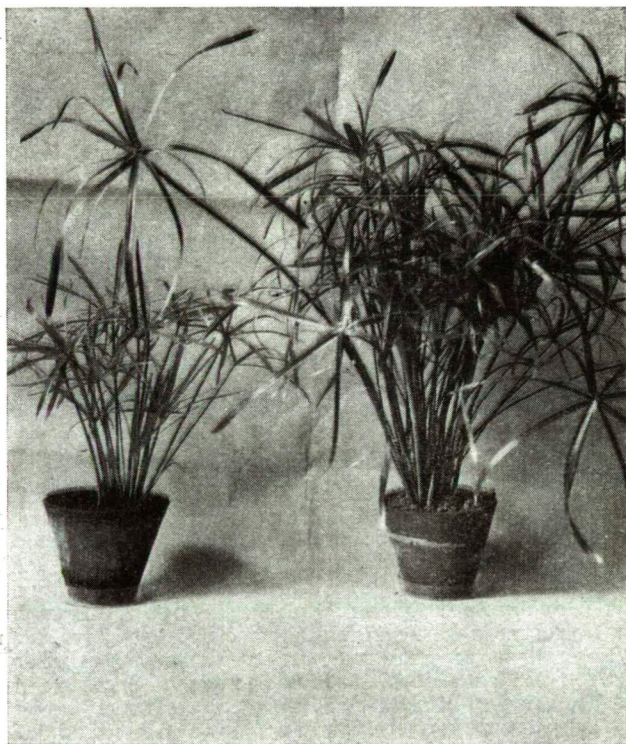


3. kép. Cyperus növények fejlődése 189 nap után: bal oldalon talajban, jobb oldalon tápláló-oldatban.

a tápláló oldatban, az előbbi növények 189 napjával szemben (4. kép). Ezekhez a meglepő eredményekhez meg kell jegyezni, hogy a ciperusz Madagaszkárból behozott mocsári növény, amelyet sok helyen vízbe süllyesztve nevelnek.

Vizsgálataimat kiterjesztettem annak a kérdésnek a tanulmányozására is, hogy a tápláló oldat milyen mértékben változtatja meg a tenyészeti idő alatt pH-értékét és koncentrációját. A tenyészeti idő alatt, mint már említettem, a tápláló oldatnak gyengén savanyú kémhatást kell mutatnia, mert ellenkező esetben, a vízben oldott tápláló anyagok egy része csapadék alakjában kiválik, leülepedik az eltartó edény fenekére és

így a növények számára felvehetetlenné válik. A tápláló oldat pH-értékét $n \text{ H}_2\text{SO}_4$ segítségével úgy állítottam be, hogy az 6,5 körül legyen. Az üvegedényben eltartott tápláló oldat pH-értéke nem változik. Az a tápláló oldat, amelyikben növények vannak, állandó lúgosodást mutat: számos mérés igazolja, hogy kb. 1 hét múlva már semleges kémhatásúvá válik, 2—3 hét múlva a pH a 7,7 értéket is eléri. Az állandó lúgosodás, ami különösen a kísérletek megindítása után volt erőteljes, kompenzálására 6,5 pH-nál savanyúbb tápláló oldatot adtam az eltartó edénybe.



4. kép. Cyperus növények fejlődése 135 nap után: bal oldalon talajban, jobb oldalon tápláló-oldatban.

A talaj nélküli növénytermesztésben ügyelni kell arra, hogy a tápláló oldat töménysége ne legyen túl magas. Általában a 0,5 %-ot jelölik meg olyan határértéknek, melyet a növények károsodás nélkül elbírnak (6). Ha a tápláló oldat felületi párolgása és a tápláló ásványi sók felvétele között nincs meg az egyensúly, könnyen megeshet, hogy a tápláló oldat túlságosan töménnyé válik. Eredetileg 0,0921 %-os tápláló oldat koncentrációját többször ellenőriztem a tenyésztő elatt és VII. 9-én 0,4 %-osnak, majd IX. 12-én 0,53 %-osnak találtam azt. A tápláló oldat koncentrációjának jelentős emelkedését a magas hőmérsékletnek tulajdonítom. Természetesen, a tartó edény teljes kiürítése után, friss tápláló oldattal töl-

тоттем meg. Célszerűnek látszik tehát a tenyészidő alatt a tápláló oldat legalább egyszeri kicserélése. Mégis azt kell mondani, hogy ha a tápláló oldatot tartalmazó edény befedésével a víz jelentősebb elpárolgását megakadályozzuk, nemcsak az algásodást akadályozzuk meg, hanem még hosszú tenyészidő alatt sem kell a tápláló oldatot kicserélni.

Ezen előzetes kísérletek, melyeket a jövőben nagyobb méretekben kívánok folytatni, azt bizonyítják, hogy a talaj nélküli növénytermesztés, ha megfelelő tapasztalatok megszerzése után alkalmazzuk, Magyarországon is gazdaságosan alkalmazhatók.

IRODALOM

- (1) Gericke, F. W.: Complete Guide to Soilles Gardening. Prentice Hall Inc. New-York, 1946.
- (2) Vatter, R.: Gärten ohne Erde. Bern, 1948. Der Gärtnermeister 10. 1950.
- (3) Muggensturm, Forschungstelle für erdeloser Pflanzenzucht. Deutschl.
- (4) Die Pflanze (Rössler, P) Muggensturm.
- (5) Lau, H.: Erdeloser Pflanzenbau. Berlin—Kleinmachnom, 1952.
- (6) Honcamp, F.: Handbuch der Pflanzenernährung und Düngerlehre. I. 545.

A talaj nélküli növénytermesztés kérdésére vonatkozó irodalom részletes felsorolása megtalálható: Lau, H.: Erdeloser Pflanzenbau c. könyvében, Berlin—Kleinmachow, 98—102.

ОПЫТЫ БЕСПОЧВЕННОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА

Дб. Эперьешши

Автор произвел растениеводческий опыт в искусственной почве (угольный шлак — пемза) с так называемым «универсальным питательным раствором» на следующих растениях: земляники (*Fragaria grandiflora*), салат, (*Lactuca sativa*), аспарагус (*Asparagus Sprengeri*), пиперус (*Cyperus alternifolius*), стручковый перец (*Capsicum annuum*), редька (*Raphanus Sativus*) и гвоздика (*Dianthus Caryophyllus*). Развитие земляники, салата и редьки начинается быстро, скоро расцветут, но перед плодоношением погибнут (средний вес стебля и листа редьки в почве 3,5 гр, в питательном растворе 20,2 гр). В его опытах гвоздика и стручковый перец не оказывались растениями, выращиваемыми в питательном растворе. Развитие оснований аспарагуса является более равномерным и при окончании опыта и средний вес растений, разведенных в питательном растворе увеличится больше в два раза веса растений, разведенных в контрольном растворе.

Питательный раствор был изготовлен им с водопроводной, водой, концентрацию водородных ионов (pH) которой перед растворением он выверял на 6,5. В течении опыта через сравнительно короткое время, питательный раствор проявляет значительное защелачивание. Для компенсации этого было использовано H_2SO_4 . В течение всего времени опыта перемена питательного раствора становится необходимой только тогда, если с покрытием посуды питательного раствора не препятствуется значительное улетучивание воды.

EXPERIMENTE ZUR ZÜCHTUNG VON PFLANZEN OHNE BODEN

Von

GY. EPERJESSY

Der Verfasser hat auf künstlichem Boden (Kohlenschlacke + Bimstein) mit einer sogenannten »universalen Nährstofflösung« ein Experiment mit verschiedenen Versuchspflanzen, sowie: Gartenerdbeeren (*Fragaria grandiflora*), Salat (*Lactuca sativa*), Asparagus (*Asparagus Sprengeri*), Zyperus (*Cyperus alternifolius*), Paprika (*Capsicum annuum*), Monatsrettig (*Raphanus sativus*) und Nelken (*Diathus caryophyllus*) eingestellt. Die Erdbeeren, der Rettig und der Salat begannen sich sehr rusch zu entwickeln, blüten auch bald, gingen aber zugrunde, ehe sich Früchte ausbilden konnten. (Das durchschnittliche Gewicht des Stieles und Blattes beträgt bei in Boden gewachsenen Exemplaren 3,5 g, bei in Nährstofflösung gezüchteten 20,2 g.) Die Nelken und der Paprika erwiesen sich bei den Versuchen als in Nährstoff nicht züchtbare Pflanzen. Die Entwicklung der Asparaguspflanzen entfaltete sich viel gleichmässiger, und am Ende des Versuchs war das Durchschnittsgewicht der in Nährstofflösung gezogenen das Doppelte der im Boden gewachsenen. Bei den Zyperuspflanzen betrug das Durchschnittsgewicht der in Nährstofflösung gezogenen das 18-fache des Gewichtes der Kontrollpflanzen.

Die Nährstofflösung wurde mit Leitungswasser bereitet, dessen pH vor dem Auflösen der Salze auf 6,5 eingestellt worden war. Im Laufe des Experimentes zeigte die Nährlösung binnen verhältnismässig kurzer Zeit beträchtliche Verlaugung. Zur Kompensierung gebrauchte der Verfasser H_2SO_4 . Während der ganzen Zeit des Experimentes wird es nur dann nötig die Nährlösung zu wechseln, wenn man versäumt, die stärkere Verdunstung des Wassers durch Zudecken des Behälters zu verhindern.